FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1966

THÈSE

N° 521

POUR

LE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

(MENTION MÉDECINE)

PAR

Hubert PERRANG

Né le 8 Juin 1934, à Luxembourg

Présentée et soutenue publiquement le 1966

LES PROBLÈMES DE L'EAU POTABLE A LUXEMBOURG

Président : M. DEPARIS, Professeur

PARIS — 1966

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546023_0013

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1966 **THÈSE** N°

POUR

LE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

(MENTION MÉDECINE)

PAR

Hubert PERRANG

Né le 8 Juin 1934, à Luxembourg

Présentée et soutenue publiquement le 196

LES PROBLÈMES DE L'EAU POTABLE A LUXEMBOURG

Président : M. DEPARIS, Professeur

PARIS — 1966

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Renard (G.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

Doyen : Georges BROUET

1er assesseur : Daniel BARGETON — 2e assesseur : Jean GOSSET

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	Delmas (A.)
Anatomie et cytologie path.	Delarue (J.)
Anesthésiologie	Baumann (J.)
Bactériologie et virologie	Tournier (P.)
Biochimie médicale	Jayle (M.-F.)
	Polonovski (J.)
Biologie appl. à l'Education physique et aux Sports	Malmejac (J.)
Biologie médicale	Fauvert (R.)
Biophysique médicale	Bugnard (L.)
	Dognon (A.)
	Djourno (A.)
Cancérologie méd. et soc.	Denoix (P.)
Chimie pathologique	Schapira (G.)
Embryologie	Tuchmann (H.)
Génétique fondamentale	Lejeune (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	Coury (Ch.)
Histologie	Giroud (A.)
Hygiène et méd. préven.	Boyer (J.)
Médecine du Travail	Desoille (H.)
Médecine légale	Derobert (L.)
Microbiologie (Bactériol. et virologie)	Fasquelle (R.)
Parasitologie	Brumpt (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	Laurence (G.)
	Kuss (R.)
	Verne (J.-M.)
Pathologie exotique	N...
Pathol. expér. et comparée	Merklen (F.-P.)
Pathologie médicale	Laroche (Cl.)
	Bricaire (H.)
	Péquignot (H.)
Pathologie respiratoire	Turiaf (J.)
Pathol. et thérap. générales	N...
Pharmacologie	Cheymol (J.)
	Levy (Mlle J.)
Physiologie	Bargeton (D.)
	Parrot (J.)
Physiol. et pathol. obstét.	Lepage (F.)
Radiologie médicale	Desgrez (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	Cauchoix (J.)
Thérapeutique	Conte (M.)
Thérapeutique appliquée	Lamotte (M.)

b) Professeurs a titre personnel :

Anatomie anthropologique	Olivier (G.)
Anatomie pathologique	Nezeloff (Ch.)
Bactériologie	Barbier (P.)
Biochimie médicale	Desgrez (P.)
	Dreyfus (J.-Cl.)
Biologie médicale	Bourlière (F.)
Histologie	Coujard (R.)
Parasitologie	Larivière (M.)
Pathologie expérimentale	Loeper (J.)
	Richet (G.)
Physiologie	Dejours (P.)
	Scherrer (J.)
Physique médicale	Kellershohn (L.)
	Gougerot (L.)
	Roucayrol (J.-Cl.)
	Tubiana (M.)
Radiologie médicale	Fischgold (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Cliniques :	
— carcinologique chirurg. (Necker)	Redon (H.)
— cardiol. (Broussais)	Soulié (P.)
— cardiol. (Boucicaut)	Lenègre (J.)
— chirurgicales : *Beaujon :*	Lortat-Jacob (J.-L.) - *Beaujon :* N... - *Cochin :* Leger (L.) - *Hôtel-Dieu :* Patel (J.) - *Saint-Antoine :* Gosset (J.) - *Salpêtrière :* Sicard (A.) - *Tenon :* Olivier (Cl.)
— chirurg. orthopéd. et traumatol. (Cochin)	Merle d'Aubigné (R.)
— chirurg. orthopéd. et traumatol. (Foch)	Padovani (P.)
— chirur. infant. et orthop. (Enfants-Malades)	Fèvre (M.)
— chirurgie cardio-vascul. (Broussais)	Dubost (Ch.)
— chirurg. pleuro-pulmon. (Laënnec)	Mathey (J.)
— dermatol. (Saint-Louis)	Duperrat (F.)
— endocrinologique (Pitié)	Decourt (J.)
— Génét. médic. (Enfants-Malades)	Lamy (M.)
— gynécologique (Broca)	Huguier (J.)
— maladies cutanées et syphilit. (Saint-Louis)	Degos (R.)
— maladies des enfants (Enfants-Malades)	Turpin (R.)
— maladies infectieuses (Claude-Bernard)	Mollaret (P.)
— maladies mentales et de l'encéphale (Ste-Anne)	Delay (J.)
— malad. métab. (Necker)	Hamburger (J.)
— maladies du sang (Broussais)	Bernard (J.)
— maladies du système nerveux (Salpêtrière)	Castaigne (P.)
— médicales : *Bicêtre :*	Deparis (M.) - *Broussais :* Milliez (P.) - *Cochin :* Brouet (G.) - *Hôtel-Dieu :* Bariéty (M.) - *Lariboisière :* Sèze (S. de) *Pitié :* Dreyfus (G.) - *Saint-Antoine :* Kourilsky (R.) - *Saint-Antoine :* Boudin (G.).
— d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	Debray (Ch.)
— médecine infantile et pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	Marie (J.)

	MM.
Cliniques :	
— médicale propédeutique (Broussais)	Justin-Besançon (L.)
— médico-sociale du diabète sucré et des maladie de la nutrition (Hôtel-Dieu)	Derot (M.)
— neuro-chirurgie (Pitié)	David (M.)
— neurolog. (Salpêtrière)	Garcin (R.)
— obstétricales : *Baudelocque :*	Lacomme (M.) - *Saint-Antoine :* Merger (R.).
— obstétricale et gynécol. (Port-Royal)	Varangot (J.)
— ophtalmol. (Hôtel-Dieu)	Offret (G.)
— ophtalmolog. (Cochin)	Bregeat (P.)
— oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	Aubry (M.)
— pédiatrie	Mozziconacci (P.)
— pédiatrie et de puéricul. (Saint-Vincent-de-Paul)	Thieffry (S.)
— pneumo-phtisiologie (Laënnec)	Bernard (E.)
— neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	Michaux (L.)
— rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	Coste (F.)
— stomato. (Salpêtrière)	Dechaume (M.)
— thérapeutique chirurg. (Vaugirard)	Roux (M.)
— thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	Lemaire (A.)
— toxicologique	Gaultier (M.)
— traumat. et orthopédique (R.-Poincaré)	Judet (R.)
— urologique (Cochin)	Aboulker (P.)
— urologique (Necker)	Couvelaire (R.)
Hygiène et clinique de la 1re enfance (Trousseau)	Laplane (R.)
Séméiologie médicale (A. Chantin)	Domart (A.)
— (Lariboisière)	Bouvrain (Y.)
— (Pitié)	Rambert (P.)
— (Rothschild)	Wolfromm (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	Poilleux (F.)

b) Professeurs a titre personnel :

Hématologie	André (R.) Bousser (J.)
Hydrologie et climatologie	Giberton (A.)
Maladies infectieuses	Bastin (R.)
Médecine : Azerad (E.); Bour (H.); Grossiord (A.); Lambling (A.); Launay (Cl.); Payet (M.); Perrault (M.); Siguier (F.); Worms (R.).	
Neuro-chirurgie	Le Beau (J.)
Neurologie	Lhermitte (F.)
Neuro-psychiatrie	Pichot (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	Maduro (R.)
Pédiatrie	Polonovski (Cl.) Royer (P.)
Pneumo-Phtisiologie	Kreis (B.) Meyer (A.)
Rhumatologie	Delbarre (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie	CABROL (Ch.)
Anatomie pathologique	GOUYGOU (Ch.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)
Biochimie médicale	CARTIER (P.)
	GONNARD (P.)
Biologie médicale	HARTMANN (L.)
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Physique médicale	COURSAGET (J.)
	GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie : M. HAUDUROY (P.), *pr. s. ch.*

Pathologie chirurgicale : RUDLER (J.), *pr. s. ch.*

IV. — PROFESSEUR ASSOCIÉ

Statistique médicale et épidémiologique .. .. SCHWARTZ (D.)

Secrétaire général de la Faculté : M. LENA (J.).
Conseillers administratifs : Mlle CHAINTREUIL (G.), M. FAYE (R.).
Conservateur en Chef de la Bibliothèque, Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine : M. le Docteur HAHN (A.).

Conservateurs : Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.).
Bibliothécaires : Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), Docteur SCHILLER (J.).

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

Faible témoignage de ma reconnaissance.

A tous deux ce travail est dédié.

A MON EPOUSE

En hommage à sa constante collaboration.

A TOUS LES MIENS.

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR D E P A R I S

Professeur de Clinique Médicale

Hôpital Kremlin-Bicêtre

Médecin des Hôpitaux

Chevalier de la Légion d'Honneur

Qui a inspiré cette thèse et a bien voulu en accepter la présidence.

Nous le remercions vivement de ce grand honneur.

A la mémoire de M. le Docteur L. M A N G E N E Y

Médecin-Chef du Service de Médecine A

du Centre Hospitalier de Mulhouse

Je garderai de lui le souvenir
ému d'un Maître qui a su nous
diriger et nous conseiller avec
bienveillance.

A MONSIEUR LE DOCTEUR F. S C H W A C H T G E N
Directeur de l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique
à Luxembourg,

Qui nous a donné l'autorisation de soutenir cette thèse.
Ses conseils avisés nous ont facilité la tâche.
Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR J. B A R T H E L
Ingénieur chef de Service à l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique à Luxembourg,

Qui nous a fait bénéficier de sa vaste expérience et nous a prêté aimablement son concours à la réalisation de cette thèse.
En témoignage de notre profonde reconnaissance.

A MONSIEUR P. K A Y S E R
Expert en radioprotection à la Santé Publique
à Luxembourg,

Qu'il trouve ici nos remerciements pour sa précieuse collaboration.

- P L A N -

I N T R O D U C T I O N

I - H Y D R O G E O L O G I E

- L'Oesling
- Le Gutland
  - . Trias
  - . Lias : le grès de Luxembourg

II - D I S T R I B U T I O N

- Jadis
- Aujourd'hui

III - L E P R O B L E M E Q U A L I T A T I F

1) L'AGE D'OR
2) LA PREMIERE ALERTE
3) LES ANALYSES

A - T e c h n i q u e s

a) analyses bactériologiques
b) analyses chimiques

B - R é s u l t a t s

4) LES CAUSES

- le non-respect des zones de protection
- les perturbations des couches filtrantes
- l'insuffisance de la législation

5) LES REMEDES

- la chloramination
- une nouvelle législation

IV - L E P R O B L E M E Q U A N T I T A T I F

1) LES DONNEES DU PROBLEME

A. L e b i l a n

a) les besoins
b) les ressources

B. L e s c o n s é q u e n c e s

a) pour l'habitant
b) pour l'économie du pays
c) pour l'état des eaux de surface

2) LA SOLUTION DE L'AVENIR

A. Le B a r r a g e - R é s e r v o i r d'ESCH-s/Sûre

a) les caractéristiques
b) le traitement de l'eau
c) la nouvelle distribution
   - dans l'Oesling
   - dans le Gutland

B. L e s m e s u r e s l é g i s l a t i v e s

C. L e s s t a t i o n s d ' é p u r a t i o n

D O N N E E S G E N E R A L E S

C O N C L U S I O N

*

* *

I N T R O D U C T I O N

L'histoire de l'eau se confond avec celle de l'humanité. Comme l'air pur et la nourriture, l'eau potable constitue un élément indispensable à la vie de l'homme.

Aujourd'hui, plus que jamais, le développement des agglomérations urbaines, l'élévation du niveau de vie, l'industrialisation posent de difficiles problèmes à ceux dont la charge consiste à procurer une eau répondant quantitativement et qualitativement aux besoins des populations.

Le Luxembourg n'échappe pas à ces problèmes.

*

* *

I - H Y D R O G E O L O G I E

Il y a des centaines de millions d'années, notre pays, ainsi que les régions voisines de la France, de la Belgique et de l'Allemagne, était recouvert par une mer entourée de continents peu élevés sur lesquels coulaient des fleuves géants. Ceux-ci arrachaient de leurs rives des substances minérales, parmi lesquelles il y avait du sable, du gypse, du calcaire et surtout de l'argile. Ainsi se constituèrent les couches sédimentaires. A l'air libre, après retrait de la mer, elles durcissaient pour former des roches.

Comme tout le Nord de l'Europe, la partie septentrionale de notre pays fut fortement soulevée et plissée, tandis que le Centre et le Sud furent à nouveau envahis par la mer et comblés par de nouveaux sédiments.

Ainsi se révèle le profil géologique du pays, à savoir la juxtaposition de deux régions bien distinctes :

L'Oesling dans le Nord, le Gutland (ou "Bon Pays") dans le Centre et le Sud

1°) L'OESLING

L'Oesling, dont la superficie représente le tiers septentrional du pays, est découpé par de profondes vallées parcourues par des rivières. Cette région, située entre 400 et 550 mètres au-dessus du niveau de la mer, appartient au Massif Ardennais.

Les couches dévoniennes sont constituées en majeure partie de schistes et de phyllades fortement plissés et dressés verticalement en plis très serrés. A peu près imperméables et dépourvus de joints en profondeur, elles s'opposent à la formation de nappes d'eau souterraines.

Dans des zones très limitées, où le dévonien prend un faciès plus gréseux, quelques sources de débit modeste sont captées par des maisons isolées ou de petites agglomérations.

Aussi, l'approvisionnement en eau potable de l'Oesling est-il assuré en majeure partie par le Gutland.

2°) LE GUTLAND

Situé à une altitude de 200 à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, le Gutland prolonge les ondulations de la plaine Lorraine.

Reposant sur des formations dévoniennes, les sédiments marins de l'ère secondaire y sont constitués en proportions

variables de grès silicieux, de roches calcaires, de gypse, de marnes, d'argile et de fer. (*)

La diversité des roches et l'alternance de couches perméables et imperméables ont permis la formation de nappes d'eau souterraine.

Les formations sédimentaires triasiques, assez riches en eaux minérales dans ses grandes profondeurs (MONDORF), contiennent quelques petites nappes d'eau douce, dont les sources ne dépassent pas un intérêt strictement local.

Dans le Lias par contre, une importante sédimentation sablonneuse, appelée "Grès de Luxembourg" renferme la plus belle nappe aquifère du pays. Actuellement, la presque totalité de nos eaux potables sont fournies par ses sources.

(*) Voir :
- le tableau des couches sédimentaires de l'ère secondaire dans le GUTLAND (tableau I).

COUCHES SEDIMENTAIRES DE L'AIRE SECONDAIRE DANS LE GUTLAND

T A B L E A U I

	TRIAS			LIAS (ou formation jurassique)			
ordre d'apparition	I	II	III	IV LIAS INFER.	V et VI LIAS MOYEN	VII LIAS SUP.	VIII
appellation	GRES BIGARRE	CALCAIRE COQUILLIER	KEUPER	GRES DE LUXEMBOURG			DOGGER
constitution	conglomérats formés de cailloux, de quartzites dévoniens et de grès marneux	calcaire + bancs de gypse + dolomie	-marnes -argile -gypse -grès siliceux, micacé faiblement cimenté	puissante et importante sédimentation formée de grains de quartz cimentés par de la chaux	argiles avec des nodules de calcaire et de gypse	-schistes bitumeux à concrétions calcaires -marnes à ammonite juventis	puissante sédimentation ferrugineuse
Sources	1°)sources d'eau douce (d'intérêt local) 2°)sources minérales (Mondorf)	quelques nappes aquifères (d'intérêt local)	quelques nappes aquifères et sources d'intérêt local	importante nappe aquifère et nombreuses sources fournissant actuellement l'eau potable aux 4/5 du pays			

LE GRES DE LUXEMBOURG

Le grès de Luxembourg est formé de grains fins de quartz agglomérés par un ciment calcaire, rarement silicieux.

Chimiquement il est constitué de 65 à 70 % de SiO2 et de 30 à 35 % de Ca CO3 avec un peu de fer hydraté ou sulfureux accessoire.

Jaunâtre par altération à la surface, il est de couleur bleu-foncé en profondeur.

L'infiltration d'eau de pluie chargée de gaz carbonique dissout le ciment calcaire et désagrège la roche pour former du sable. Ce dernier remplit les crevasses, résultant primitivement des mouvements tectoniques. Ainsi se constitue un excellent filtre naturel qui, par un processus d'épuration physique et biologique, retient les particules en suspension, y compris des micro-organismes. Par contre, la partie inférieure de la roche, par la persistance de fissures et de crevasses n'est perméable qu'en réseau.

Des couches imperméables d'argile rouge, limitant le grès en profondeur, permettent la constitution de la nappe d'eau souterraine.

Des relèvements délimitent les aires d'alimentation des diverses sources ou groupes de sources.

D'une superficie totale de 493 Km^2, le grès de Luxembourg présente un affleurement nourricier de 300 Km2 du fait de marnes imperméables le recouvrant dans certaines régions.

Sa puissance passe de 25 mètres à MONDORF, à 100 mètres à MERSCH, pour revenir à 60 mètres à STEINFORT. Elle est de 80 à 10 mètres dans les environs de la capitale.

Le temps de filtration à travers les couches perméables peut être évalué, selon leur épaisseur, entre 4 et 12 mois en moyenne d'après des expériences d'infiltration au Na Cl.

Des estimations prudentes situent le capital de roulement de la nappe aquifère du grès de Luxembourg théoriquement entre 60 et 65 millions de m3 d'eau par année.

Ainsi, par l'étendue de son affleurement, sa puissance, sa capacité de filtration, le grès de Luxembourg constitue de loin notre plus grand réservoir d'eau potable.

*

* *

CARTE B — GEOLOGIE DU GRES DE LUXEMBOURG

— *En traits continus :* couches imperméables d'argile rouge délimitant à sa base la nappe d'eau souterraine du grès de Luxembourg.

Les limites respectives des aires d'alimentations sont formées par des relèvements (bombements).

— *Les flèches :* indiquent l'orientation et l'inclinaison des couches partant des bombements et alimentant les différentes sources.

— *Les régions claires :* représentent les terres cultivées, ou habitées (quadrillées).

— *Les régions en pointillé :* sont couvertes de terrains boisés.

II - D I S T R I B U T I O N

Jadis, nos ancêtres se désaltéraient aux nombreuses sources jaillissant du grès de Luxembourg et du calcaire coquillier, ou aux puits creusés dans les alluvions des cours d'eau. Les surfaces d'alimentation largement boisées autour des sources garantissaient une eau claire et limpide, sans danger. Ne disposant pas encore de conduites d'adduction, les habitants devaient transporter l'eau, parfois très loin, surtout dans l'Oesling.

La ville de LUXEMBOURG était moins favorisée.
Enfermés dans une ville fortifiée, ses habitants ne pouvaient pas franchir les murs pour chercher l'eau aux sources des alentours. Force était de trouver l'eau à l'intérieur de l'enceinte. La source dénommée "Thévesbour" ne pouvant fournir l'eau potable qu'à une minorité de privilégiés, la plupart des citadins devaient se servir des eaux de citernes provenant de la pluie.

A partir de 1740, le gouvernement militaire de la forteresse, inquiété par les épidémies qui faisaient rage, fit creuser successivement quatre puits à l'intérieur de la ville : le Puits-Rouge (68 mètres de profondeur), les puits de la Place d'Armes (62 mètres), du Saint-Esprit, de la Porte-Neuve.

Après 1780 l'emploi de l'eau de citerne pour les usages domestiques se réduisait à un minimum et la situation sanitaire dans la ville s'améliora.

Néanmoins, dans les décennies qui suivirent, de nouvelles épidémies de fièvre typhoïde éclatèrent avec violence. L'eau potable fut remise en cause. Les autorités responsables comprirent que les puits situés au milieu des habitations étaient trop exposés aux infections venant du dehors.

Le 28 Janvier 1847, le Conseil Communal de la ville donnait son accord pour la construction d'une conduite d'eau. Le gouvernement militaire de la forteresse s'opposa à un projet d'adduction de l'eau à travers la ceinture des forts. Les années passaient.

En 1855, on décida de capter la source du fossé de la porte d'Eich située à l'intérieur de l'enceinte fortifiée. Ce n'est qu'en 1866 que la conduite d'eau fut mise en exploitation. Un aqueduc creusé dans le roc dirigeait l'eau de la source vers le puits de la Porte-Neuve, d'où elle était élevée au moyen d'une pompe à vapeur dans un grand réservoir placé sur la hauteur du bastion Berlaymont. Une canalisation souterraine distribuait l'eau aux habitants de la ville.

Tout allait bien pendant plus de dix ans.

C'est en 1878, puis en 1890 que réapparut le fléau de la fièvre typhoïde. Il fut prouvé que l'eau de boisson était responsable de la propagation de la maladie. Dès lors, de sérieux efforts

furent entrepris pour résoudre le problème de l'eau, qui émeutait à juste titre l'opinion publique.

Des études hydro-géologiques, basées sur des forages et des analyses chimiques, révélèrent que sous le plateau de la ville de LUXEMBOURG existaient, à des profondeurs variables, plusieurs nappes d'eau souterraines sans communications entre elles. De plus, ces travaux apportèrent la certitude que les nappes superficielles - telle celle alimentant la source de la "Porte-d'Eich" - trop exposées aux infiltrations des eaux domestiques souillées, constituaient un danger permanent de contamination.

Ce n'est qu'à ce moment là que fut découverte l'existence d'une nappe d'eau située dans les couches les plus profondes du grès de Luxembourg. Les résultats des analyses évoquaient clairement que ces eaux provenaient de loin et pourraient se prêter parfaitement à la consommation, en raison de leur composition chimique et de leur remarquable pureté bactériologique. Les forages effectués dans la "rigole du tunnel de Pfaffenthal" tombèrent sur cette nappe qui se révélait pleine de promesses pour la ville de LUXEMBOURG.

La source de la "Porte d'Eich" fut définitivement abandonnée et à partir du mois d'Avril 1892 la conduite d'eau de la ville fut alimentée par les sources du "Tunnel de Pfaffenthal". Les habitants de la capitale purent ainsi bénéficier de l'excellente eau provenant de l'importante nappe du grès de Luxembourg.

Mais bientôt, avec l'extension de la ville, les sources de Pfaffenthal ne suffirent plus à couvrir les besoins. D'autres

sources, jaillissant du grès de Luxembourg aux alentours de la ville furent peu à peu exploitées - notamment les sources de PULVERSMUHLE, MUHLENBACH, BIRELERGRONN, GLASSBUREN et KOPSTAL, chacune desservant un quartier distinct de la capitale.

Dans le reste du pays, au tournant du siècle dernier, existaient quelques rares conduites locales sans intervention mécanique.

Ce n'est qu'au début du vingtième siècle que furent construits à un rythme accéléré des réseaux de distribution d'eau, d'abord locaux, puis intercommunaux et syndicaux. Tels le Syndicat des Eaux du Sud (S.E.S.) et de Distribution d'Eau des Ardennes (D.E.A.) qui desservent respectivement le Bassin Minier et l'Oesling en eau potable provenant exclusivement du grès de Luxembourg. Des conduites alimentées par les sources du calcaire coquillier, plus rarement du keuper fournissent l'eau potable à quelques communes de la vallée de la Moselle et de la Sûre.

Ainsi, toutes nos localités, à l'exception de quelques maisons isolées, se trouvent-elles raccordées à un réseau public de distribution d'eau potable.

Toutes ces conduites sont alimentées à 100 % par des nappes aquifères souterraines.

*

* *

III - L E P R O B L E M E Q U A L I T A T I F

I) L'AGE D'OR

Pendant de nombreuses années, notre capitale se trouvait dans une situation privilégiée quant à la qualité de l'eau potable.

Des sources du grès de Luxembourg jaillissait une eau limpide, d'un goût agréable, d'un degré de minéralisation moyen (*) et d'une qualité hygiénique irréprochable.

Des analyses chimiques et bactériologiques pratiquées dès 1892 par le Professeur d'HUART sur les eaux des sources de Pfaffenthal ont montré que celles-ci pouvaient alimenter la ville de LUXEMBOURG sans le moindre danger pour la santé des habitants. Ces résultats furent confirmés par le Dr. A. GAERTNER, Professeur d'hygiène et Recteur de l'Université d'IENA, qui conclut : "L'eau des sources du tunnel desservant la ville de LUXEMBOURG est sans germes, une contamination de l'eau semble impossible."

La foi sans réserve dans le pouvoir filtrant du grès de Luxembourg ne fut pas ébranlé par l'exploitation progressive des

---

(*) Voir le tableau sur la composition chimique des principaux types d'eau potable du Grand-Duché de Luxembourg. (tableau II).

autres sources jaillissant aux alentours de la ville. Leurs aires d'alimentation, largement boisées, n'avaient jamais été violées par la main de l'homme. Les eaux, durant de longues années d'observation, étaient presque stériles (le nombre de colonies sur gélose variant en moyenne de 0 à 10 par cm3). A aucun moment le colibacille ne fut trouvé. Ainsi, le problème qualitatif de l'eau potable n'existait pas dans notre capitale. Et personne ne songeait à la nécessité d'une surveillance périodique de cette eau considérée comme inaltérable - de même que dans le reste du pays desservi en majeure partie par les nappes souterraines du grès de Luxembourg.

T A B L E A U II

TYPES DE L'EAU POTABLE DU GRAND-DUCHE

	Dureté totale	Dureté temporaire	Dureté permanente	Conductibilité 10^{-6} ohms cm-I	Résidu à 110° mg/l	Ca++	Mg++	SO_4	Cl	NO_3	HCO_3	Radioactivité
						(en mg/l, mv)						
lle de xembourg	22°5	17°5	5°	392	283	84 4,20	3 0,28	33 0,69	10 0,28	23 0,37	213 3,50	
ndicat des ux du Sud	23°35	20°5	2°85	397	282	88 4,40	3 0,28	24 0,49	8 0,22	14 0,23	250 4,10	(*)
E A	19°55	18°0	1°55	334	231	75 3,75	2 0,16	17 0,36	10 0,27	5 0,08	220 3,60	

(*) présence de traces de radio-éléments
- radioactivité bêta (quelques picocuries (**) par litre d'eau)
- radioactivité alpha (moins de 0,1 picocurie par litre)

(**) 1 picocurie = 10^{-12} Ci.

2) LA PREMIERE ALERTE

C'est en 1945 que notre vigilance fut alertée, pour la première fois, par la mise en évidence du colibacille dans une conduite de la capitale. C'était peu de chose et cependant cet incident devait faire réfléchir, car par la suite le même germe fut retrouvé dans d'autres conduites.

Dans une eau bactériologiquement pure - comme l'avait été celle du grès de Luxembourg pendant de nombreuses années - l'apparition du colibacille signait la pollution fécale. Les enquêtes devaient révéler que, si parfois le mauvais état des conduites était en cause, d'autres fois il s'agissait bel et bien de pollutions de sources, ce qui était plus grave.

Aujourd'hui, la valeur hygiénique des eaux potables de la ville de LUXEMBOURG a atteint un stade critique.

Les analyses effectuées sur les diverses sources desservant la capitale démontrent clairement que l'âge d'or est définitivement terminé.

3) LES ANALYSES

Actuellement, la ville de LUXEMBOURG procède à des contrôles de l'eau potable une fois par semaine.

A - T e c h n i q u e s

Les analyses de l'eau sont pratiquées par le Laboratoire des Eaux de l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique à LUXEMBOURG. Le prélèvement des échantillons n'est effectué que par les agents de l'Inspection Sanitaire ou par le personnel qualifié du Service des Eaux de la ville. Le matériel servant aux prélèvements est fourni et stérilisé par le Laboratoire.

a) Analyses bactériologiques

Le Laboratoire des Eaux a l'habitude d'effectuer sur les échantillons prélevés parallèlement les examens bactériologiques et chimiques. Lorsqu'on veut apprécier la potabilité d'une eau, l'examen bactériologique est toujours indispensable. Il est seul capable de détecter une souillure minime et de mettre en évidence la nature d'un éventuel germe pathogène. Seules plusieurs analyses en série permettent de tirer une conclusion - un examen unique pouvant être faussé par des facteurs secondaires tels qu'une importante chute de pluie ou une période de sécheresse.

Les techniques bactériologiques pratiquées au Laboratoire des Eaux à LUXEMBOURG sont les suivantes :

1°) Pour le dénombrement des germes banaux : culture sur géloses à 37° et 20°.

Les résultats sont souvent différents aux 2 températures.

2°) Pour la détection de germes colis ou coliformes :

- la colimétrie classique avec numération des colis dans 100 cm3; 10 cm3; 1 cm3; 0,1 cm3 en milieu lactosé avec indicateur au rouge neutre.

Conformément aux prescriptions de l'O.M.S. (1956) chaque coliforme est considéré comme étant d'origine fécale. On entend sous le terme de coliforme à la fois l'E. Coli et les autres Colis : Intermédiaire, Freundii, Aérobacter etc... Les responsables du Laboratoire des Eaux à LUXEMBOURG pensent qu'une eau potable doit être strictement dépourvue de tout coliforme.

- La technique de filtration sur membrane en milieu lactosé au TTC et Tergitol (méthode française).
- Identification subséquente des colonies suspectes par les tests I.M.V.I.C.

Alors que la colimétrie classique est utilisée pour l'étude de toute eau nouvelle, tel le captage d'une nouvelle source, la technique de filtration sur membrane est appliquée couramment pour le contrôle périodique de nos eaux potables.

b) Analyses chimiques

Le Laboratoire des Eaux à LUXEMBOURG tient beaucoup à l'analyse chimique sur la détermination de la potabilité d'une eau. La composition chimique de celle-ci est essentiellement liée à la nature des couches perméables du sol et du sous-sol, où se jouent

les principaux phénomènes de filtration et d'épuration biochimique telles la putréfaction et l'oxydation que subissent les déchets de matières organiques azotées. D'où l'importance pratique de la découverte dans l'eau d'éléments intermédiaires du métabolisme des corps azotés notamment : l'azote organique, l'ammoniaque et les nitrites. Leur présence signe la purification incomplète de l'eau et la contamination microbienne - à plus forte raison si elle est accompagnée de surcroit d'une augmentation du taux des nitrates, chlorures, cations Na^+ et K^+, matières organiques déterminées par oxydation au KMn 04 en milieu acide -.

Nous citons à ce sujet les travaux de M. Jos. BARTHEL Ingénieur chef de Service à l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique (voir les tableaux III et IV et la carte B "Géologie du grès de Luxembourg"). Compte tenu de la composition géologique des couches traversées, l'influence des terres cultivées sur les qualités de l'eau ressort des études chimiques comparatives de 9 sources émergeant du grès de Luxembourg à des endroits différents et entretenues par des surfaces d'affleurement différentes.

L'influence des terres cultivées se manifeste par une augmentation du taux des minéraux étrangers à la composition normale des terrains traversés. Les dosages réguliers du taux des nitrates, chlorures, Na + peuvent rendre de grands services dans la détection et la localisation d'un foyer de pollution. Dans ces recherches une nette interdépendance entre les résultats chimiques et bactériologiques a toujours été constatée. Par ailleurs, une eau rendue bactériologiquement potable par stérilisation peut être dangereuse

par la présence de certains composés chimiques tels les nitrates - lesquels risquent de déclencher la méthémoglobinémie chez les nouveau-nés et les jeunes enfants. Tel est le cas des sources de Pfaffenthal qui, pour cette raison, ont dû être mises hors d'usage (le taux des nitrates variant de 60 à 120 mg/l).

D'où encore une fois l'importance des examens chimiques de l'eau destinée à la consommation.

T A B L E A U III

S O U R C E S	DURETE		CHLORURES	SODIUM	NITRATES	Nature des terrains de drainage	
	Carbonatée	Totale	Cl-mg/l	Na+ mg/l	NO3-mg/l	forêts	terres cultivées
1 VALLEE MAMER	16°	24°	16	8	46	10 %	90 %
2 id	21°	23°	8	3	1	100 %	0 %
3 KOPSTAL RESERVOIR	17°	22°	13	5	20	40 %	60 %
4 MUHLENBACH	18°	24°	13	5	17	50 %	50 %
5 PULVERMUHLE	17°	23°	15	6	24	10 %	90 %
6 PFAFFENTHAL	20°	38°	46	28	75	0 %	100 %
7 BIRELERGRONN	18°	24°	16	6	20	40 %	60 %
8 SENNIGEN	15°	21°	13	5	19	40 %	60 %
9 GLASSBUREN	17°	24°	8	3	6	95 %	5 %

T A B L E A U IV

S O U R C E S	NITRATES NO3-mg/l	CHLORURES Cl-mg/l	SODIUM Na+ mg/l	Nature des terrains de drainage	
				Terres cultivées	forêts
6 PFAFFENTHAL	75	46	28	100 %	
1 VALLEE MAMER	46	16	8	90 %	
5 PULVERMUHLE	24	15	6	90 %	
7 BIRELERGRONN	20	16	6	60 %	40 %
3 KOPSTAL RESERVOIR	20	13	5	60 %	40 %
8 SENNIGEN	19	13	5	60 %	40 %
4 MUHLENBACH	17	13	5	50 %	50 %
9 GLASSBUREN	6	8	3		95 %
2 VALLEE MAMER	1	8	3		100 %

B - R é s u l t a t s

Quelle est la valeur pratique des résultats d'une analyse d'eau ?

A l'occasion de la Journée Belgo-Luxembourgeoise sur l'hygiène de l'eau (*), le Dr Van BENEDEN, attaché au CEBEDEAU, déclara : "... il y a lieu d'interpréter les résultats en fonction de l'eau qui fait l'objet de l'analyse; s'il s'agit d'une eau qui a nécessité un traitement stérilisant avant de la livrer à la consommation, on sera très sévère et on n'admettra pas la présence d'un seul coli; s'il s'agit d'une eau de surface généralement pure ou d'une eau de source, le jugement sera plus nuancé; si ces eaux contiennent parfois quelques colis/litre, de 1 à 5 par exemple, on sera alerté quand le chiffre passera à 20 colis/litre, mais notre vigilance sera plus alertée encore devant l'apparition de 1 à 5 colis dans les eaux qui habituellement n'en contiennent pas".

Les analyses bactériologiques et chimiques ont permis de suivre la détérioration progressive des eaux potables de la ville de LUXEMBOURG.

Les sources de Pfaffenthal, qui dès 1892 avaient fourni à notre capitale une eau rigoureusement pure ont dû être abandonnées en 1956 en raison de leur danger pour la santé publique.

(*) organisée à LUXEMBOURG le 3 Décembre 1957 par la Direction de la Santé Publique et le Laboratoire de l'Etat (actuellement, Institut d'Hygiène et de Santé Publique), avec le concours du Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux de Liège.

Les eaux des sources de Pulversmühle et de Mühlenbach qui à certains moments renfermaient du colibacille dans 10 cm3, ne peuvent plus servir à la consommation sans traitement préalable.

La source de Kopstal est surveillée de près depuis une dizaine d'années. La teneur en nitrates de ces eaux augmente progressivement et de temps à autre des colis intermédiaires apparaissent. Il est à craindre que cette source ne soit définitivement contaminée à l'avenir.

Les eaux de Birelergronn, d'ordinaire très pures, présentent en période de pluies abondantes une élévation prononcée du nombre de germes par ml, avec apparition de coliformes par intermittence. L'alerte est donnée.

Seules les sources dénommées "Glassburen" gardent une remarquable pureté bactériologique.

Donc, sur les 6 sources ou groupes de sources, jaillissant du grès de Luxembourg autour de la Capitale, une seule garde des qualités hygiéniques indiscutables. Les autres, qui elles aussi étaient de valeur irréprochable il y a seulement une vingtaine d'années, présentent aujourd'hui, tantôt d'une façon périodique tantôt d'une façon chronique, les stigmates d'une contamination fécale de degré variable.

4) CAUSES

Une première cause est le dépassement par l'homme des limites du pouvoir d'épuration - pourtant remarquable - des couches filtrantes du grès de Luxembourg par le non-respect de zones de protection adéquates autour des sources captées.

En effet, dans les régions de formation des sources ont surgi de nouvelles constructions souvent sans tout-à-l'égoût et évacuant les déchets liquides par puits perdus. Des fosses à purin ou à fumier insuffisamment étanches sont un autre facteur de contamination des nappes d'eau souterraine par infiltration d'eaux polluées.

Une deuxième cause est la perturbation, par la main de l'homme, des couches filtrantes du sol et du sous-sol.

Les déboisements - en favorisant le ruissellement superficiel qui entraîne une partie des couches arables biologiquement actives - ont certainement contribué à la dégradation de la qualité bactériologique de notre eau souterraine.

L'exploitation accélérée des carrières - par suite des besoins sans cesse accrus pour la construction - a conduit à d'importants remaniements des couches géologiques par diminution de la masse filtrante effective dans certaines régions (ex. : BRIDEL) et par la survenue très probable de crevasses en rapport avec les explosions, provoquant dans le sous-sol la circulation par réseau.

D'autre part, les déplacements de terre, tels qu'ils ont été effectués lors de la prolongation des pistes d'envol de l'aérodrome, ont amené des perturbations profondes de l'équilibre hydro-géologique dans la région de SENNINGEN.

Cette dégradation de notre eau potable aurait-elle pu être évitée ?

A ce sujet le Dr F. SCHWACHTGEN, directeur de l'Institut d'Hygiène et de Santé Publique, écrit : "Quand on étudie les causes de la contamination des sources de la ville de LUXEMBOURG, on doit se dire que ces contaminations auraient pu être évitées, si la ville avait compris à temps la nécessité qu'il y a pour chaque grande agglomération de surveiller la source et son aire de protection". - "Cette ville, il est vrai, a bénéficié d'un concours de circonstances extraordinaires qui, pendant 30 ans, ont empêché, non seulement la souillure de l'eau potable, mais lui ont valu, malgré l'absence de toute surveillance scientifique, une des meilleures eaux potables de toute l'Europe. Elle a profité notamment de la très forte couche protectrice du grès de Luxembourg, recouverte de grandes forêts, sans grandes constructions avec remaniements de terrain dans les zones de protection. Mais, surtout, pendant 30 ans, elle a eu de la chance, beaucoup de chance ..."

Quelle est la législation en la matière ?

1°) La loi du 27 Juin 1906, concernant la protection de la santé publique, stipule que le conseil communal doit, sur avis préalable du médecin-inspecteur, prendre un arrêté déterminant

"un périmètre de protection contre la pollution de la source ou de la nappe souterraine".

2°) La loi du 16 Mai 1929 concernant le curage, l'entretien et l'amélioration des cours d'eau, précise : "Les opérations d'épuration par le sol des eaux usées provenant des communes ou de particuliers ne pourront être effectuées qu'à la condition de ne pas compromettre l'utilisation des eaux souterraines et de ne pas nuire à la salubrité". (article 15)

Certes, le respect strict de cette législation nous aurait épargné bien des déboires. Trop de concessions aux exigences du moment ont été tolérées.

Mais surtout, ces lois ont été insuffisantes dans leur portée. L'exemple suivant, cité par le Dr SCHWACHTGEN, illustre cette carence. Il y a une dizaine d'années, lors de la construction d'une nouvelle piste à l'aérodrome, un particulier commença sur son propre terrain, une exploitation de sablière. Toutes les instances compétentes de l'Etat, le géologue, l'ingénieur sanitaire et les médecins prévoyaient que la diminution de l'épaisseur protectrice risquait de conduire à la contamination de la source desservant la localité de Neuhaeusgen. Or, aucun texte législatif ne permettait d'intervenir d'une façon préventive tant que la qualité de la source ne montrait des indices de contamination. L'eau de la source finissait par prendre une teinte jaunâtre. Ce n'est qu'à ce moment là, quand le mal était fait, que l'autorité sanitaire avait la possibilité légale d'interdire l'exploitation.

Il y a quelques années seulement, des progrès ont été réalisés sur le plan législatif.

En effet, la loi du 5 Janvier 1961 stipule, dans son article 5, que "l'aménagement et l'exploitation commerciale des carrières dans le grès de Luxembourg sont soumis à autorisation préalable des Ministres de l'Intérieur, de la Santé Publique et des Travaux Publics". En outre, l'article 8 complète la loi du 16 Mai 1929 en précisant : "Le propriétaire n'a pas le droit d'introduire dans les terres de son fonds des matières de nature à polluer les filets d'eau souterraine".

Jusqu'à ce jour, il n'existe aucun texte législatif obligeant une localité à contrôler systématiquement son eau potable. Depuis seulement une dizaine d'années la ville de LUXEMBOURG fait pratiquer des analyses une fois par semaine.

5) REMEDES

Tout système d'adduction d'eau potable doit être aménagé de telle sorte que l'eau demeure salubre jusqu'au moment où elle est livrée à la consommation.

Comme la pureté de certaines eaux de source (PULVERSMUHLE, MUHLENBACH) était douteuse et risquait de le devenir de plus en plus, il fallait recourir à leur désinfection.

Parmi les diverses méthodes de désinfection - chloration, ozonisation, traitement aux rayons ultra-violets - un procédé de chloramination à très faible dose (0,I à 2 mg par litre) a été retenu.

Après avoir désinfecté l'eau par une chloration normale on ajoute de l'ammoniaque. Si le pouvoir germicide du chlore en combinaison est plus faible que celui du chlore libre, il a cependant l'avantage de garder une stabilité relativement élevée jusqu'au robinet du consommateur et de porter une moindre atteinte aux caractères organoleptiques de l'eau ainsi traitée.

La désinfection de notre eau de source constitue-t-elle une méthode idéale ?

Le Dr SCHWACHTGEN écrit : "Quand on a le privilège de posséder une eau potable d'une qualité rare, il faut, à notre sens, faire l'impossible pour lui conserver cette qualité hors pair. Il est facile d'avoir une eau adéquate au point de vue hygiénique :

il suffit d'ajouter du chlore ! Mais, l'eau agréable à boire ne se fabrique pas, elle est due à un hasard de la stratification géologique. Si nous négligeons nos sources, elles finiront par se souiller, nous ajouterons du chlore et les qualités gustatives de notre eau de consommation se perdront".

Par ailleurs, la désinfection d'une eau de source contaminée ne la rend pas potable dans tous les cas. A ce sujet nous rappelons que les eaux provenant de la galerie de Pfaffenthal ont dû être abandonnées définitivement à cause d'un taux de nitrates oscillant entre 60 et 120 mg par litre, bien qu'une stérilisation eût donné une bonne qualité bactériologique.

En somme, seules des mesures d'ordre préventif peuvent garantir la bonne qualité de nos eaux potables.

En ce qui concerne nos sources souillées, la situation est devenue pratiquement irréversible. Des habitations et des exploitations industrielles ou agricoles situées au-dessus des sources ne permettent plus aux communes de récupérer ces terrains nécessaires à la constitution de zones de protection. Cependant, des mesures sévères devront être prises pour éviter tout facteur d'aggravation de la situation actuelle.

Quant aux sources préservées de toute pollution et fournissant une eau de bonne qualité, tout doit être fait pour protéger les nappes d'eau souterraine.

Un nouveau projet de loi est en voie d'élaboration au Ministère de la Santé Publique.

T A B L E A U V

SOURCE PULVERMUHLE

Date	Nombre de germes/ml		Coliformes
	37°	20°	
7.10.1955	7	500	E.coli dans 10,0 ml
31.10.1955	7	9	E.coli dans 10,0 ml
14.11.1955	5	7	pas de coliformes
31.11.1955	1	3	E.coli dans 100,0 ml
6.12.1955	6	6	E.coli dans 100,0 ml
20.12.1955	9	18	E.coli dans 10,0 ml
24.1.1956	3	30	E.coli dans 100,0 ml
3.4.1956	3	1	pas de coliformes
18.6.1956	4	3	coli intermédiaire dans 100,0 ml
20.8.1956	7	10	coli intermédiaire dans 1,0 ml
18.2.1957	12	18	coli intermédiaire dans 10,0 ml
27.6.1957	15	2	E.coli dans 100,0 ml

T A B L E A U VI

SOURCE DE PULVERMUHLE

après chloration

Date	Chlor.libre	Coliformes	germes/ml	
			37°	20°
8.7.1957	0,08	0	0	1
5.8.1957	0,08	0	1	1
9.9.1957	0 *)	E. coli dans 1 ml	50	7
14.9.1957	0,07	Coli intermédiaire dans 100,0 ml	6	0
23.9.1957	0,09	0	0	0
9.10.1957	0,09	0	0	0

*) chloration en panne

Des textes législatifs nouveaux devront assurer :

- la surveillance minutieuse des zones de protection, des installations de captage des sources, des conduites d'adduction et des réservoirs d'eau.
- le contrôle périodique de la valeur sanitaire de toutes les eaux d'alimentation en application des normes établies par l'Organisation Mondiale de la Santé.

A cet effet, la loi devra préciser nettement les compétences et attributions du pouvoir administratif qui devra être habilité à prendre des mesures immédiatement exécutoires dès le moindre danger de pollution de l'eau potable.

Le projet de loi pourrait respecter dans une certaine mesure l'esprit de la nouvelle loi française du 16.12.1964, relative à la répartition des eaux et à la lutte contre la pollution.

IV - L E P R O B L E M E Q U A N T I T A T I F

La nappe aquifère de grès de Luxembourg constitue la grande réserve d'eau potable de notre pays. Elle dessert non seulement la Capitale mais aussi le Bassin Minier dans le Sud et l'Oesling dans le Nord. Ainsi l'immense majorité de l'eau potable de tout le pays, à savoir 90 % des besoins de la population totale, est fournie par les sources du grès de Luxembourg - lequel est situé sous la capitale et aux alentours, ne dépassant pas une superficie totale de 493 Km2.

Il en résulte qu'on ne peut guère étudier le problème quantitatif des eaux potables de la ville de LUXEMBOURG, sans considérer celui des autres régions du pays.

Le problème n'est donc ni local, ni régional mais national.

I) LES DONNEES DU PROBLEME

A - L e b i l a n

a) Les besoins

Il y a une vingtaine d'années, les ressources de nos nappes aquifères souterraines étaient largement suffisantes. La consommation spécifique d'eau potable ne dépassait pas 80 l par habitant et par jour.

Entre-temps, l'augmentation progressive de la population (*) et l'amélioration du niveau de vie ont doublé les besoins en eau potable. Dans les villes la consommation spécifique dépasse même 200 l par habitant et par jour. Cela s'explique en partie par le fait que toutes nos localités,à l'exception de quelques maisons isolées, sont raccordées à un réseau public de distribution d'eau potable. En tenant compte des besoins de nos industries, la consommation journalière moyenne atteint 240 litres par habitant.

Ainsi, des prélèvements de plus en plus importants sont pratiqués sur nos réserves souterraines. Celles-ci étaient considérées comme inépuisables il n'y a pas si longtemps encore.

Pourtant les difficultés récentes en matière d'approvisionnement en eau potable et la détérioration progressive de certains de nos cours d'eau ont prêté à réflexion.

(*) La population du Grand-Duché s'élève actuellement à près de 328.000 habitants, celle de la ville de LUXEMBOURG atteint 90.000 habitants.

Le schéma suivant donne une idée générale sur les quantités respectives d'eau potable desservie aux diverses zones du pays :

- ville de LUXEMBOURG ..... 25.000 m3 par jour
- Syndicat des Eaux du Sud ..... 30.000 m3 " "
- Distribution d'Eau des Ardennes ..... 3.000 m3 " "
- Syndicat du Sud-Ouest ..... 3.000 m3 " "

Ainsi la grande majorité de l'eau potable est distribuée par la ville de LUXEMBOURG et le Syndicat des Eaux du Sud.

En effet, la capitale et le canton d'ESCH, tout en ne représentant que 11 % de la superficie du pays, hébergent 57 % de la population totale. De plus, c'est dans le Sud que se trouve concentrée l'industrie sidérurgique et minière occupant la plus grande partie de la main d'oeuvre industrielle totale.

Dans le reste du pays les principales activités sont l'élevage, l'agriculture et la viticulture.

Par ailleurs, de nombreuses industries moyennes sont réparties un peu partout dans le pays : industries des ardoises, du textile, de la faïence, du caoutchouc, des tabacs, des plastiques ainsi que nombre de brasseries etc...

Monsieur SUNNEN, Directeur honoraire du Syndicat des Eaux du Sud, a publié les statistiques suivantes faites en 1961 et concernant l'ensemble du Grand-Duché :

1. Consommation domestique en tenant compte des pertes de transport dans les conduites :
60.500 m3/jour ou 22.100.000 m3/an.

2. Consommation industrielle d'eau potable :
17.400 m3/jour ou 6.300.000 m3/an.

(Consommation d'eau non potable par les usines métallurgiques et certaines industries chimiques :
28.700 m3/jour ou 10.500.000 m3/an.
Il s'agit essentiellement d'eaux de surface servant au lavage et au refroidissement. A signaler que les usines métallurgiques recourent à un recyclage très intense).

Les réseaux de Distribution de la Ville de LUXEMBOURG, du Syndicat des Eaux du Sud (S.E.S.) et de la Distribution d'Eau des Ardennes (D.E.A.) sont approvisionnés en exclusivité par les nappes souterraines du grès de Luxembourg. Ainsi s'explique comment le "grès de Luxembourg" assure 90 % des besoins en eau potable de tout le Grand-Duché.

b) Les ressources

Nos réserves d'eau souterraine pourront-elles répondre aux exigences toujours croissantes des habitants et des industries ?

La réponse est négative

Depuis des milliers d'années le régime de l'eau souterraine du grès de Luxembourg était arrivé à un état d'équilibre auquel s'étaient adaptés les sources, ruisseaux et rivières, les conditions

de la vie animale et végétale. Cet équilibre séculaire de la nature, l'homme moderne a fini par le rompre en prélevant sur les nappes d'eau souterraine des quantités de plus en plus importantes d'eau pour répondre aux besoins d'une vie de plus en plus aisée grâce à l'industrialisation du pays. Les 750 mm de précipitations annuelles moyennes, dont 25 à 30 % s'infiltrent dans le grès de Luxembourg, ne parviennent plus à préserver l'intégrité du capital de roulement constitué théoriquement de 60 à 65 millions de m3 d'eau. En prélevant de 22 à 26 millions de m3 d'eau par an, nous détournons plus d'un tiers de ce capital de roulement et nous perturbons le régime naturel établi.

Dernièrement, cette situation a été aggravée par le fait que les chutes de pluie au cours des années 1962, 1963 et 1964 n'ont pas atteint la moyenne annuelle habituelle. Il en résulta une baisse de 20 à 30 % du débit des sources. En 1965 la situation ne s'est pas encore améliorée malgré des périodes de pluies abondantes.

B - L e s C o n s é q u e n c e s

a) pour l'habitant

Depuis quelques années, au cours des mois secs de l'été, les autorités responsables ont dû prendre certaines mesures publiques destinées à limiter temporairement la consommation de l'eau de conduite : défense de laver les voitures, défense d'arroser les pelouses et jardins etc... Il va sans dire que les habitants n'acceptent pas volontiers ces restrictions.

b) pour l'économie du pays

L'insuffisance des réserves d'eau freine obligatoirement l'expansion industrielle d'un pays.

Ainsi, l'avenir économique de notre pays exige une solution rapide des problèmes de l'eau.

A titre d'exemple nous citons une industrie chimique moderne qui en 1972 exigera 33.000 m3 d'eau potable par jour.

c) pour l'état des eaux de surface

Les sources émergeant du grès de Luxembourg ne fournissent pas seulement de l'eau potable, mais elles alimentent aussi nos ruisseaux et rivières et en conditionnent l'auto-épuration.

Les prélèvements excessifs sur la nappe souterraine entraînent :

1. - Le déversement de quantités importantes d'eaux usées dans nos cours d'eau.

2. - Une diminution sensible du pouvoir auto-épurateur naturel des mêmes cours d'eau, faute d'apport d'eau fraîche par les sources.

Il en résulte un état de pollution chronique d'une bonne partie de nos eaux superficielles. Dans les régions les plus atteintes nos petits ruisseaux transformés en "filets d'eaux usées malodorantes" se jettent dans des rivières insalubres où le poisson a disparu et où la baignade est devenue impossible.

A propos des causes de cette situation déplorable, le Dr LUCIUS, géologue, écrit : "La cause fondamentale de cette situation est que, soit par négligence, soit par ignorance, nous n'avons pas tenu compte du fait que la question de l'eau souterraine saine et celle de l'eau superficielle saine des cours d'eau forment un ensemble et que la question de l'eau usée ne peut être séparée de celle de l'eau potable. Il existe un équilibre naturel entre ces deux, que nous avons ignoré ou plutôt délibérément détruit".

Dans notre pays, peut-être plus qu'ailleurs, les particularités hydro-géographiques, géologiques et économiques exigent le respect absolu de l'interdépendance naturelle entre les nappes aquifères souterraines et les eaux de surface.

En effet, si nos industries et nos habitants étaient répartis d'une façon uniforme sur toute la superficie du pays, nos cours d'eau resteraient bien plus propres grâce au pouvoir auto-épurateur de l'eau.

Or, c'est sur une superficie restreinte, à savoir la capitale et le Sud, que se trouvent réunies la plus forte concentration industrielle et la majorité des habitants du pays.

Comme par un hasard malencontreux, c'est dans la même zone que coulent les cours d'eau les plus modestes. En particulier l'Alzette qui traverse et la zone industrielle du Sud et la Capitale est la rivière la plus sujette à une pollution thermique due au déversement des eaux de refroidissement des usines et à une pollution organique massive par les eaux usées domestiques. L'anaérobiose ainsi créée entretient des phénomènes de putréfaction durant les mois secs de l'année. Les déterminations de l'oxygène en % de la saturation et de l'azote oxydé en % de l'azote total montrent que le pouvoir auto-épurateur naturel n'existe plus à aucun endroit de l'Alzette (*) (voir le tableau N° V). La "charge d'eau résiduaire" de toute la région parcourue par l'Alzette dépasse les limites

---

(*) Dans un cours d'eau, tant que la saturation en oxygène existe, le pouvoir épurateur naturel est maintenu. Celui-ci n'existe plus au-dessous d'une certaine limite de concentration de l'oxygène. De même l'azote oxydé en pourcentage par rapport à l'azote total donne une indication sur l'évolution de l'auto-épuration d'un cours d'eau. En effet, sous l'influence des bactéries nitrifiantes, l'ammoniac provenant de la dégradation des matières organiques azotées est transformé en nitrates en passant par la forme oxydée, instable, des nitrites.

T A B L E A U VII

Données en date du 2 Juillet 1953

Endroits des prélèvements	(1)	(2)	Remarques
ESCH, sortie ARBED SCHIFFLANGE	43,6	16	Le 11.8 on a pour (1) les valeurs 77,9 et 19,5
SCHIFFLANGE, station d'épuration	43,7	21	
Confluent ALZETTE-MESS	27,1	-	Le 25.4 : 9,8 % contre 18,3 % à SCHIFFLANGE
HUNCHERANGE	6,8	16,1	
BETTEMBOURG, en amont BETTEMBOURG, en aval	24 4,3	22	pas de donnée pour l'azote
LIVANGE, moulin	10,3	28	
FENTANGE, moulin	19,3	2,5	
Moulin GANTENBEIN amont de PULVERSMUHLE	45,5	0	
SIECHENHOF	50,3	-	
BEGGEN	48,4	30,8	
WALFERDANGE (pont)	31,3	2,5	
STEINSEL	12,7	27	
ROLLINGEN	8,1	0,8	
MERSCH (pont)	17,5	27,7	
SCHIEREN	62,2	31,1	

(1) : oxygène en % de la saturation

(2) : azote oxydé en % de l'azote total

des possibilités d'auto-épuration de ce cours d'eau (*). La dilution par de l'eau fraîche de source apportant son oxygène est insuffisante.

L'Alzette entre Esch-frontière et Schiffange nous servira d'exemple numérique : D'après le calcul de H. KROMBACH, J. BARTHEL et A. MOLITOR, le taux de dilution nécessaire pour que la teneur en oxygène de la rivière, en temps d'étiage, ne descende pas au-dessous du minimum tolérable devrait être de 13. Or, durant l'été 1953, cette dilution était de 2 à 3 seulement.

L'explication est simple : Et les eaux destinées aux usages domestiques et industriels, et les eaux destinées par la nature à l'épuration des cours d'eau, proviennent d'une seule et même formation géologique, à savoir le grès de Luxembourg. Très schématiquement : 1 litre d'eau de source employé à l'usage domestique équivaut à 1 litre d'eau fraîche perdue pour la rivière et aussi à 1 litre d'eau usée qui retournera par la canalisation à la même rivière.

Donc, plus nous affaiblissons nos réserves d'eau souterraine, plus nous aggravons la pollution de nos eaux de surface.

(*) D'après l'étude de M. Jos BARTHEL : "La charge d'eau résiduaire d'une localité avec canalisation est une fonction du rapport du nombre d'habitants par litre/seconde d'un cours d'eau en temps d'étiage. En se basant sur des considérations théoriques et des expériences pratiques on peut admettre que le pouvoir d'auto-épuration d'un cours d'eau existe tant que la charge d'eau résiduaire ne dépasse pas, à la température de 20°, la limite de 20 habitants par 1 l/sec. d'eau en temps d'étiage". (extrait de "Considérations hydrogéologiques, concernant les problèmes de l'assainissement de nos cours d'eau pollués et d'un redressement du prélèvement actuel dans l'eau souterraine du Grès de Luxembourg").

Le Dr. LUCIUS écrit : "Les suites funestes d'un tel prélèvement à un seul et unique niveau aquifère, celui du grès de Luxembourg, feront réfléchir les partisans même les plus obstinés de cette manière d'agir. Les répercussions fâcheuses sur le régime des sources et des ruisseaux nourris par ces sources, sur l'agriculture et la sylviculture, sur l'état de la salubrité de nos rivières s'aggraveront de jour en jour et amèneront progressivement une situation, lourde de conséquences pour le pays entier, à moins que nous ne réparions au plus vite le tort occasionné au régime naturel de l'eau souterraine et de l'eau courante dans la région du grès de Luxembourg".

Un autre facteur déterminant la pollution de nos eaux superficielles réside dans le fait que dans beaucoup de régions les eaux usées sont déversées dans les cours d'eau sans avoir subi auparavant une épuration suffisante. En dehors de quelques usines sidérurgiques, qui pratiquent un traitement de sédimentation et de refroidissement, la plupart de nos industries déversent les eaux usées dans le tout-à-l'égoût des villes ou même directement dans les cours d'eau sans épuration préalable. La quasi totalité de nos stations d'épuration sont à action mécanique, rarement biologique. Le problème est particulièrement grave à la campagne où plus de 70 % des petites agglomérations (à moins de 1.000 habitants) possèdent le tout-à-l'égoût (*). Mais dans la moitié seulement de ces villages, les eaux usées subissent un traitement d'épuration, consistant presque

---

(*) Toutes les agglomérations de plus de 1000 habitants possèdent le tout-à-l'égoût. Ainsi, plus de 90 % de la population possède un système d'évacuation collective des eaux usées.

exclusivement en une décantation dans les fosses Imhoff à double étage. Donc, 50 % de ces villages évacuent leurs eaux usées par des canalisations sanitaires directement dans les ruisseaux et les rivières. La loi de 1929, régissant la matière n'a été appliquée que partiellement.

En bref, le problème quantitatif de nos eaux potables a ceci de particulier : L'habitant, l'industrie et la rivière utilisent tous les trois la même eau provenant de la même réserve, à savoir : la nappe souterraine du grès de Luxembourg. Or, celle-ci, loin d'être inépuisable montre les premiers signes d'une baisse de son niveau.

Etablir une quelconque priorité dans la distribution de l'eau est une mauvaise solution. En effet, notre propre expérience nous montre que les prélèvements excessifs par l'habitant et par l'industrie conduisent à la pollution croissante de nos cours d'eau, alors que l'inverse s'opposerait fatalement au progrès de notre confort personnel et à l'expansion de notre économie nationale. Au contraire, dans les années à venir, nous devrons répondre à une demande toujours accrue d'eau fraîche et limpide par nos habitants, nos industries et certainement aussi par nos cours d'eau quelles que soient les stations d'épuration de l'avenir.

Force sera donc de recourir à d'autres ressources.

2) LA SOLUTION DE L'AVENIR

Des nappes aquifères peu étendues mais d'une importance locale incontestable existent dans les dépôts alluvionnés de nos rivières.

Ces alluvions, constituées de cailloux et de sables, sont limitées en profondeur par une roche imperméable. L'eau de pluie, provenant des versants bordant la vallée, s'y accumule pour former des nappes souterraines.

Le fond de la plupart de nos rivières étant colmaté par de l'argile extrêmement fine, l'eau de la rivière ne peut pas contaminer la nappe d'alluvion. Celle-ci est aussi protégée par une couche superficielle de limon contre le danger de pollution occasionné par les grandes crues qui recouvrent toute la surface de la vallée d'une eau insalubre.

Ces nappes souterraines peuvent fournir de l'eau fraiche et saine pour les besoins domestiques et industriels.

Dans certaines régions limitées du pays, une roche de calcaire fissurée, constituant le lit des cours d'eau, fait communiquer directement l'eau de ruisseau avec l'eau souterraine. Celle-ci évidemment ne pourra servir d'eau potable. Ces restrictions s'appliquent à la Syre entre MANTERNACH et MERTERT et aux ruisseaux des environs d'OSWEILER et BREINERT.

Or, les réserves souterraines des alluvions, tout en pouvant rendre de grands services sur le plan strictement local, ne

pourront jamais satisfaire à nos besoins nationaux toujours croissants d'eau potable.

A défaut d'une autre solution il a été décidé de recourir aux eaux de surface.

A cet effet nous disposons depuis quelques années de petites stations provisoires de traitement, fonctionnant en été.

Mais la vraie solution du problème sera fournie à l'avenir par le barrage-réservoir d'ESCH-sur-SÛRE.

A - L e B a r r a g e - R é s e r v o i r d'ESCH-sur-SÛRE

a) Les caractéristiques

Dans le Nord du pays, à proximité d'ESCH-sur-SÛRE, les eaux de la Sûre ont été utilisées pour créer un lac artificiel.

A cet endroit, le fleuve a un débit moyen de 6 à 7 m3 par seconde ce qui correspond à environ 200 millions de m3 par an.

La capacité totale du réservoir est évaluée à 62 millions de m3.

Cette importante entreprise pour notre pays poursuit 4 buts :

1. - Production d'électricité
2. - Régularisation du débit du cours d'eau en aval
3. - Attrait touristique
4. - Apport supplémentaire d'eau potable. (Seul ce dernier objectif nous intéresse ici).

b) Le traitement de l'eau

L'eau du lac artificiel présentera-t-elle les qualités idéales d'une eau dite potable ? En effet, une eau potable doit non seulement être d'une inocuité absolue pour le consommateur, mais de plus elle doit être agréable à boire et convenir à tous les usages domestiques.

Cette eau est une eau de surface et en tant que telle elle doit subir un traitement adéquat avant d'être livrée à la consommation.

Il est vrai qu'en amont du barrage l'état naturel des eaux de la Sûre s'est trouvé préservé grâce à la faible densité de la population et à l'absence d'industries dans ces régions. Quant au lac lui-même, des mesures législatives ont été prises visant à protéger de toute souillure les alentours immédiats.

Or, avec le barrage, l'eau courante de la Sûre devient une eau de lac. C'est à dire que se renouvelant beaucoup moins vite - surtout en été - l'eau du lac subit le contact prolongé des rayons solaires en surface et celui du fond de la cuvette en profondeur. Il en résulte des modifications physiques, chimiques et biologiques de l'eau telles :

- le phénomène de la stratification thermique dû à l'échauffement progressif des couches superficielles,
- une consommation accrue de l'oxygène en profondeur avec libération d'acide carbonique, due à la décomposition biologique des matières organiques du sol et des boues apportées par la rivière.

- l'apparition de fer et de manganèse, provenant des couches dévoniennes et des sédiments sous l'influence du déséquilibre O2/CO2 et formant partiellement avec les matières humiques des complexes colorés en jaune.

Ainsi la stagnation prolongée dans le lac diminue la fraicheur et la limpidité de l'eau et augmente l'agressivité par une acidification prononcée.

Des essais de traitement ont eu lieu dès 1959 au Laboratoire de l'Etat (*) et depuis quelques années des expériences sont poursuivies à l'échelle semi-industrielle dans une station pilote d'une capacité de 10 m3 par heure, aménagée à l'usine du barrage.

Ces travaux ont permis de préciser les principes du traitement des eaux du Barrage-Réservoir, destinées à être livrées à la consommation dans un proche avenir. Pour l'exposer dans ses grandes lignes nous emprunterons de larges extraits à M. Joseph BARTHEL, in "Etude concernant le renforcement de l'alimentation en eau potable du Grand-Duché à partir du Barrage-Réservoir d'ESCH-sur-SÛRE".

"A notre avis" - écrit l'auteur - "les étapes et les procédés de traitement ci-après devraient être respectés pour obtenir les résultats satisfaisants :

(*) actuellement : Institut d'Hygiène et de Santé Publique.

" 1) Enrichissement de l'eau brute en oxygène par un procédé d'aération.

" La présence d'oxygène rend à l'eau une certaine fraicheur et améliore de ce fait les propriétés organoleptiques. Elle facilite d'une manière générale le traitement, et il ne faut pas non plus oublier que l'eau non agressive, avec des teneurs en oxygène inférieures à 4 mg/l, peut acquérir des propriétés agressives. En plus, il faut une certaine concentration minima en oxygène (6 à 7 mg/l) pour faciliter l'oxydation et l'élimination du manganèse en milieu alcalin. D'après nos investigations, l'aération de l'eau n'est nécessaire que pendant certains mois de l'année, d'août à octobre. Il semble donc opportun de choisir un procédé fermé d'aération, qui demande un minimum de place à son installation.

" 2) Floculation des eaux

" L'élimination de la couleur, due aux matières humiques et aux humates, se fait par floculation à l'aide de réactifs chimiques, le sulfate d'alumine et le chlorure ferrique par ex. - on pourrait directement après l'ajoute et le mélange des réactifs passer sur les filtres. Il semble cependant, pour des raisons qui vont suivre, plus indiqué de procéder à la floculation dans un bassin de contact genre "floculateur ou accélérateur". Ces installations permettent un mélange intime des réactifs avec l'eau, garantissant des temps de contact assez longs avec croissance et décantation accentuées des blocs formés. L'étape de filtration en profitera surtout; en effet il en résulte des temps de filtration entre deux lavages de filtre beaucoup plus longs; de même la qualité des eaux filtrées

se trouve favorablement influencée. En plus, le dispositif de floculation présente, par exemple en cas de contamination radioactive des eaux, des possibilités de décontamination intéressantes. Il s'avère aussi utile de prévoir avec l'étape de floculation, la possibilité d'ajoute de différents autres réactifs comme le carbonate de soude et le permanganate, pour faciliter le cas échéant la démanganisation par exemple.

" 3) Filtration sur filtres ouverts rapides

" La filtration sur filtres ouverts rapides retient en surface les restes des blocs entraînés du dispositif de floculation. L'eau en sort claire et limpide, exempte de la majeure partie de ses matières organiques sous forme d'humates de fer et d'autres. Mais elle renferme encore pratiquement tout son manganèse et son agressivité se trouve même légèrement augmentée.

Pour la filtration il convient de choisir une granulométrie de sable moyenne, de préférence 0,7 à 1,0 mm avec une vitesse de filtration d'environ 5 m3/m2/heure.

" 4) Filtration sur masses dolomitiques (genre Magno)

" La filtration ouverte sur masses dolomitiques a pour but :

a) de neutraliser l'acide carbonique libre, de rendre donc l'eau légèrement alcaline et non agressive,
b) d'augmenter légèrement la dureté de l'eau, ce qui, comme il s'agit d'une eau très douce, est très favorable,
c) de retenir complètement par oxydation et précipitation le manganèse et le fer,
d) de rendre à l'eau une parfaite limpidité.

Après la 2° étape de filtration sur masses dolomitiques l'eau peut être considérée comme pure du point de vue chimique et technique. Elle est claire et limpide et présente des qualités organoleptiques agréables. Elle ne contient plus de manganèse et sa teneur en matières organiques est devenue très faible. Ses propriétés agressives se trouvent aussi complètement neutralisées. Les germes banaux, ainsi que les bactéries coliformes, indicateurs de contamination fécale, ont nettement diminué ou ont même disparu complètement.

" 5) Stérilisation

" Pour garantir l'inocuité hygiénique parfaite de l'eau à tout instant, une stérilisation s'avère absolument nécessaire ... Le procédé de stérilisation au chlore ou à l'un de ses dérivés, la chloramine ou le dioxyde de chlore, étant de loin le plus économique et le plus sûr, le choix définitif de la méthode à adopter ne semble pas faire de difficulté.

" Conclusions : ... "Les essais à échelle semi-industrielle dans une station pilote ont montré qu'il est possible, en suivant dans les grandes lignes les étapes de traitement développées, d'obtenir à partir des eaux du barrage pendant toute l'année une bonne eau potable.

" Du point de vue chimique, l'eau ainsi traitée est assez douce (6 à 8° français de dureté) légèrement alcaline, avec un très faible degré de minéralisation. La faible dureté confère à l'eau des avantages appréciables pour les ménagères et pour certaines industries qui n'ont pratiquement plus besoin de recourir à des installations d'adoucissement pour leur eau d'alimentation.

" Du point de vue bactériologique ...

Une eau pratiquement stérile sera livrée au consommateur....

" Du point de vue organoleptique, l'eau distribuée n'est soumise qu'à de très faibles variations de température, elle se présentera toute l'année relativement fraîche, claire, limpide et agréable à boire.

" En résumé, on peut conclure que la composition de l'eau correspondra parfaitement aux normes de qualité chimique, physique et hygiénique demandées à une bonne eau potable."

En Mai 1965 fut commencée la construction d'une grande station de traitement aux abords immédiats du Barrage-Réservoir.

Sa capacité maxima sera de 90.000 m3 par jour.

La mise en service définitive est prévue fin 1966.

c) La nouvelle distribution

Une première question se pose : grâce au Barrage-Réservoir de la Sûre, peut-on résoudre le problème quantitatif de l'eau potable dans notre pays ?

A ce propos, nous reproduirons le bilan prévu pour 1975, publié par M. Jos. BARTHEL in "Considérations sur l'économie de l'eau au Grand-Duché de Luxembourg" :

- Disponibilités maxima en eaux potables par réseaux publics

Eaux souterraines	60.000 m3/jour
Eaux de surface traitées	90.000 m3/jour
Total :	150.000 m3/jour

- Besoins

Consommation domestique	70.000 m3/jour
Consommation industrielle	50.000 m3/jour
Total :	120.000 m3/jour

La consommation spécifique par habitant et par jour pourra atteindre 450 à 500 litres.

Le bilan est donc tout à fait favorable et il est certain que notre approvisionnement en eau potable sera largement suffisant dans les prochaines décades.

Un autre problème est apparu : celui du partage judicieux des eaux superficielles traitées d'une part et des eaux souterraines du grès de Luxembourg d'autre part.

Le problème n'est pas entièrement résolu.

Les buts poursuivis seront d'ordre économique et hygiénique.

- Dans l'OESLING -

L'alimentation en eau potable de l'Oesling répondra à des objectifs essentiellement économiques. Jusqu'à ce jour elle est assurée à 90 % par les eaux du grès de Luxembourg qui arrive dans ces régions élevées du Nord après de longs et coûteux pompages. Grâce au Barrage-Réservoir de la Sûre, les Ardennes pourront bientôt utiliser leurs propres ressources.

- Dans le GUTLAND -

Des objectifs à la fois d'ordre économique et hygiénique guideront la distribution des eaux potables dans le Gutland.

L'exploitation de la nappe aquifère du grès de Luxembourg devra être freinée.

La Capitale, la région Sud et probablement aussi la région Est du pays seront en partie approvisionnées par le Barrage-Réservoir d'ESCH-sur-SÛRE.

Un réseau de canalisations, long de 62 Km est en construction. Les travaux sont réalisés par un Super-Syndicat groupant tous les anciens Syndicats avec la participation de l'Etat.

Dans les diverses régions, le pourcentage d'eau superficielle traitée par rapport à l'eau souterraine devra être déterminé suivant l'intérêt strictement national. En effet, trop longtemps des préoccupations d'ordre purement local conduisaient des administrations communales et des Syndicats intercommunaux à puiser à leur guise dans l'unique réserve d'eau souterraine.

B - L e s M e s u r e s L é g i s l a t i v e s

L'intérêt collectif ne peut être garanti que par la LOI.

Jusqu'en 1961 la législation concernant les prises d'eau souterraine était extrêmement souple. Elle se limitait au texte suivant : "Celui qui a une source dans son fonds peut en user à sa volonté sauf le droit que le propriétaire du fonds inférieur pourrait

avoir acquis par titre ou par prescription". D'après ces termes, le propriétaire, fût-il un particulier, une commune ou un Syndicat intercommunal pouvait - comme il l'entendait - utiliser sa source à ses propres fins.

Le Dr LUCIUS, critiquant l'insuffisance de cette législation écrit en 1949 : "Il n'y a pas de redressement possible sans un changement total de notre loi sur les sources et l'eau souterraine. Cette loi est en contradiction complète avec les lois géologiques auxquelles sont soumises l'eau souterraine et les sources." Et un peu plus loin le même auteur poursuit :

"Le point d'émergence de la source est accidentel et ne peut donner au propriétaire de ce point un droit de propriété ni sur la source, ni sur la nappe souterraine. La nature même de l'eau souterraine, comme elle est définie par les conditions géologiques de son existence, renferme la conception d'un droit collectif et le système législatif qui régit cette matière doit se baser sur les conceptions fondamentales de la science géologique. Notre jurisprudence qui régit cette matière est basée sur une fiction, insoutenable du point de vue scientifique.

Le Code Civil se base sur le principe du droit romain. Il ignore, comme ce dernier, l'existence d'une nappe d'eau souterraine. Le législateur du Code Civil réglementait uniquement les eaux superficielles et les sources à leur point d'émergence, sans aucune conception exacte de leur origine réelle. La source est considérée comme un accessoire du fond dans lequel elle jaillit."

Manifestement, le droit à la propriété privée était en opposition avec l'intérêt collectif.

La loi du 9 Janvier 1961 vint améliorer cette situation archaïque.

Elle stipule essentiellement : "Toute nouvelle prise d'eau souterraine et les installations y annexées sont soumises à autorisation préalable du Ministre de l'Intérieur." (*)
D'autre part : "un règlement d'administration publique fixera les conditions dans lesquelles se fera un recensement général des ressources aquifères souterraines du pays."

Ces nouvelles mesures législatives réussiront-elles à rétablir l'équilibre naturel de nos réserves d'eau souterraines ?

Afin que cet idéal soit atteint et préservé, le Dr LUCIUS suggère que la nappe d'eau du grès de Luxembourg avec ses sources deviennent domaine public. Il écrit : "Les problèmes délicats, urgents et lourds de conséquences qui se posent quant au régime de nos ressources en eau potable et quant à l'assainissement de nos cours d'eau pollués ne peuvent être résolus d'une manière efficace et durable que sous la formule de la domanialité publique de l'eau souterraine."

(*) La loi précise : "L'expression prise d'eau souterraine comprend tous les captages de source à l'émergence, puits, forages, sondages, galeries, drainage et en général, tous les ouvrages et installations ayant pour objet ou pour effet d'opérer un prélèvement d'eau souterraine."

C - Les stations d'épuration

L'approvisionnement en eau potable du pays par le Barrage-Réservoir d'ESCH-sur-SÛRE et le rétablissement de l'équilibre naturel des nappes du grès de Luxembourg ne suffiront pas à résoudre le problème des eaux usées qui polluent actuellement la plupart de nos cours d'eau.

Il est vrai que dans l'avenir une grande part des eaux fraîches de source pourront à nouveau s'écouler librement par les ruisseaux dans les rivières et en favoriser l'auto-épuration.

Mais, les plus fortes concentrations humaines et industrielles se trouvant dans les zones parcourues par les rivières les plus modestes, même après le rétablissement de l'équilibre quantitatif, la nature abandonnée à elle-même n'arriverait guère à rendre à ces cours d'eau leur état naturel. Tel est précisément le cas de l'Alzette parcourant la Capitale et le Bassin Minier du Sud.

C'est pourquoi, il faut compléter à l'avenir l'action bienfaisante des eaux de source rendues à la nature par la construction de nouvelles stations d'épuration - d'autant plus que la consommation d'eau à des usages domestiques et industriels va augmenter dans les années à venir.

Ces stations d'épuration devront être à action biologique. Quelques-unes ont été mises en service au cours des dernières années.

Il est prévu que l'Etat en assume jusqu'à 90 % des frais de premier investissement.

Le Gouvernement, dans le cadre de sa politique de l'eau, a récemment mis au point un plan quinquennal visant à redonner au pays des eaux propres, moyennant la construction de grands ensembles d'épuration pour les centres de pollution les plus en vue.

D O N N E E S G E N E R A L E S

Dans beaucoup de pays les problèmes de l'approvisionnement en eau potable sont à l'ordre du jour.

En effet, à mesure que croît notre niveau de vie, nous nous trouvons confrontés avec des difficultés croissantes afin de couvrir les besoins en eau de la population et de l'industrie et cela aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif.

L'eau est devenue une ressource si fondamentale pour le bien-être de la population, pour l'économie d'un pays, qu'elle constitue souvent le facteur limite du développement d'une région considérée du point de vue urbanisation et industrialisation.

Pendant de nombreuses années, la Ville de Luxembourg croyait avoir échappé à ces problèmes. Grâce à ses sources, exutoires naturels issus de la nappe aquifère de la puissante formation géologique sédimentaire, nommée grès de Luxembourg, où elle a pris son assise et qui l'entoure de toute part, elle disposait d'une eau agréable à boire, de qualité hygiénique parfaite.

Or, depuis une vingtaine d'années environ, nous assistons à une dégradation progressive de la qualité de cette eau.

Aujourd'hui il ne reste plus que quelques sources ou groupes de sources alimentant les divers quartiers de la ville, qui au départ des captages fournissent une eau présentant à tout moment de l'année des caractéristiques chimiques, organoleptiques et bactériologiques demandées à une bonne eau potable.

Il y en a qui montrent soit de façon intermittente, soit de façon continue des signes évidents de contamination.

Ainsi un groupe de sources a dû être abandonné et deux autres groupes subissent depuis des années un traitement de stérilisation par chloramination.

Il est à craindre que cette évolution ne continue et que le temps ne soit plus trop éloigné où nous serons forcés de recourir pour des raisons de santé publique à un traitement de stérilisation de toutes les eaux distribuées.

Nos eaux de source ont fait les frais de notre confiance aveugle dans le pouvoir filtrant des couches du grès de Luxembourg.

Dans le passé, faute d'une législation adéquate, les autorités sanitaires ont souvent dû assister impuissantes à la violation des règles les plus élémentaires en matière de protection des eaux souterraines, comme par exemple l'exploitation de carrières à proximité de sources ou l'urbanisation progressive des zones tributaires directes.

Car l'exécution de mesures de protection efficaces reste toujours de la compétence des communes intéressées et la promul-

gation de règlements communaux devrait logiquement permettre d'imposer certaines mesures. Malheureusement jusqu'à présent il n'en est rien. Le manque de compétence et surtout de compréhension des problèmes, allié souvent à une certaine insouciance des communes à l'égard de ces problèmes vitaux semblent être responsables de la situation actuelle.

La Loi sur la Protection des Eaux souterraines du 9 Janvier 1961 soumet à l'autorisation les prises d'eau souterraine et apporte aussi d'autres améliorations sur le plan de la protection. Sans être complète elle constitue un important progrès sur le plan législatif en la matière.

Actuellement d'autres mesures législatives s'intégrant dans une loi cadre sur l'eau, sont en voie de préparation se rapportant notamment à l'établissement obligatoire de périmètres de protection. D'autre part il est envisagé de réglementer aussi le contrôle périodique et obligatoire des installations d'approvisionnement ainsi que de la qualité sanitaire des eaux distribuées.

Il faut espérer qu'ainsi le pays disposera à courte échéance d'une législation adéquate permettant de faire face à la situation d'une manière directe aussi bien que préventive.

Mais à côté, le problème quantitatif c'est à dire le problème des ressources, des disponibilités en eau potable et celui d'une distribution d'eau équitable pour tout le pays et principalement pour la Ville de Luxembourg, reste posé. En effet, aujourd'hui la demande en eau est plus grande que l'offre et la consomma-

tion se trouve freinée artificiellement par une réglementation très stricte pendant les mois d'été. Nonobstant la situation devient d'année en année plus critique et plus précaire.

De plus les conséquences de notre système actuel d'approvisionnement reposant uniquement sur des eaux souterraines provenant à 90 % d'une même nappe, celle du grès de Luxembourg, commencent à se faire sentir sur certains paysages mais principalement sur nos rivières. Les sources naturelles ne fournissent pas seulement une bonne eau potable, mais elles alimentent aussi les cours d'eau. Il n'y a aucun doute que les quantités détournées de leur but original constituent un grand maximum, sous peine de voir les ruisseaux presque sans eau pendant la saison sèche et d'augmenter par là même, d'une manière irresponsable, les dangers de la pollution. A l'avenir la tendance doit nettement viser la libération de certaines sources pour les réintégrer dans leur cycle naturel.

Mais en attendant, il faut avant tout chercher d'autres ressources pour couvrir les besoins croissants de la population et de l'industrie afin de ne pas freiner l'expansion économique de notre société.

Le recours aux eaux de surface constitue la seule solution possible pour résoudre les problèmes de l'avenir en matière d'approvisionnement en eau potable.

Cette solution de l'avenir s'offre avec le barrage réservoir d'ESCH-sur-SÛRE, retenue artificielle d'un volume de quelques 60 millions de m^3.

La capacité de 90.000 m^3 par jour de la future station de traitement est telle qu'elle pourra facilement faire face aux besoins actuels et futurs de la capitale et du pays tout entier.

Certes, il est à craindre que les habitants de Luxembourg, habitués à l'eau fraîche de source, n'acceptent que difficilement de consommer une eau de surface traitée. C'est avec beaucoup de scepticisme qu'ils admettent que le lac artificiel puisse fournir aussi une bonne eau potable répondant parfaitement à tous les critères de qualité demandés et présentant encore l'avantage d'être assez douce par rapport aux eaux de source moyennement dures. Et pourtant, depuis des années, c'est bien une eau traitée chimiquement à la chloramine qu'ils consomment - au moins dans certains quartiers de la Ville.

Puisse cette méfiance réveiller enfin l'intérêt du grand public pour les problèmes de l'eau et contribuer à lui faire comprendre que l'eau, et en particulier l'eau de source, n'est pas un don gratuit et illimité de la nature, mais un bien précieux, une des ressources les plus importantes de notre civilisation, qu'il convient de protéger par tous les moyens afin d'assurer notre existence et notre bien-être.

C O N C L U S I O N

- Les problèmes de l'eau potable sont actuellement au premier plan. Ceci concerne l'alimentation des populations mais également l'adduction d'eau vers les usines pour les usages industriels. Dans les diverses parties du monde les solutions sont différentes. Dans certaines régions, ne disposant pas de sources naturelles d'eau pure, le recours aux eaux de surface filtrées est indispensable.

- La Ville de Luxembourg se trouve favorisée par l'existence d'une importante nappe d'eau souterraine. Pendant de nombreuses années celle-ci répondait parfaitement aux besoins en eau potable des populations et des industries.

Depuis quelque temps ces sources subissent une dégradation progressive et commencent à être insuffisantes. Dans un avenir proche l'approvisionnement sera complété par des eaux de surface.

La préservation des nappes d'eau souterraine, le traitement et l'adduction des eaux de surface exigent la solution rapide de problèmes d'ordre technique, législatif et économique.

VU, le Président de Thèse,
M. le Professeur DEPARIS

VU, le Doyen,
M. le Professeur BROUET

VU, le Recteur,

J. ROCHE

B I B L I O G R A P H I E

J. BARTHEL

- Recherches chimiques récentes sur nos eaux potables.
  Journée Belgo-Luxembourgeoise d'éducation sanitaire sur l'hygiène de l'eau, 3 Décembre 1957, chapitre 3.
- Aspects théoriques modernes de l'assainissement d'un cours d'eau.
  Archives de l'Inst. G.D. de Luxbg; Section Sciences Naturelles, 1956.
- Le traitement des eaux. Etude concernant le renforcement de l'alimentation en eau potable du Grand-Duché à partir du Barrage-Réservoir d'Esch-sur-Sûre, Janvier 1962.
- Considérations sur l'économie de l'eau au Grand-Duché de Luxembourg.
  Extrait du mensuel du Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux - N° 248 - 249/1964.
- Conférence devant l'Association Centrale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux, 1965.
- La pollution des cours d'eau du Grand-Duché de Luxembourg, 1961.
- L'eau du Barrage d'Esch-sur-Sûre et ses problèmes. Conférence de la Société des Naturistes, 1966.

G. Van BENEDEN

- Pourquoi et comment contrôler la pureté des eaux de consommation.
  Journée Belgo-Luxembourgeoise d'éducation sanitaire sur l'hygiène de l'eau, 3 Décembre 1957, chapitre 2.

E. D'HUART

- Etude sur l'eau alimentaire de la Ville de Luxembourg, 1893.

F. KINNEN

- La distribution de l'eau potable au Grand-Duché de Luxembourg. Bulletin CEBEDEAU N° 30 - 1955.

H. KROMBACH

- Les causes de contamination des eaux souterraines. Journée Belgo-Luxembourgeoise d'éducation sanitaire sur l'hygiène de l'eau, 3 Déc. 1957, chapitre 5.
- Sur la composition chimique des principaux types d'eau potable du Grand-Duché de Luxembourg. Revue Technique Luxembourgeoise, Octobre-Décembre 1949, N° 4.

M. LUCIUS

- Géologie Luxemburgs - Band 5 - das Gutland.
- Manuel de géologie du Luxembourg.
- Considérations hydrogéologiques concernant les problèmes de l'assainissement de nos cours d'eau pollués et d'un redressement du prélèvement actuel dans l'eau souterraine du grès de Luxembourg, 1959.
- Le bassin hydrogéologique du Gutland - Extraits de la Revue Technique Luxembourgeoise, N° 6 - 1939.
- Les nappes d'eau souterraines du Luxembourg et leur utilisation rationnelle. Revue Technique Luxembourgeoise, année 1949, N° 4.
- Quelques aspects de la géologie appliquée dans l'aire de sédimentation luxembourgeoise, 1953.

L. MOLITOR

- Introduction et aperçu historique. Journée Belgo-Luxembourgeoise d'éducation sanitaire sur l'hygiène de l'eau, 3.12.1957, chapitre I.

A. MORETTE

- Précis d'hydrologie - Collection de Précis de Pharmacie - Masson et Cie, Editeurs, 1964.

E. OST

- Recherches bactériologiques récentes sur nos eaux potables. Journées Belgo-Luxembourgeoises d'éducation sanitaire sur l'hygiène de l'eau, 3.12.1957, chapitre 4.

F. SCHNEIDER

- Géographie du Grand-Duché de Luxembourg, 1952.

F. SCHWACHTGEN

- Conclusions générales et conclusions pratiques. Journée Belgo-Luxembourgeoise d'éducation sanitaire sur l'hygiène de l'eau, 3.12.1957, chapitre 6.

Th. SUNNEN

- Notre alimentation en eau. D'Letzeburger Land, N° 51/52, 1963.

Direction de la SANTE PUBLIQUE DU LUXEMBOURG

- La situation sanitaire du Grand-Duché de Luxembourg en 1956-1957-1958.
- La situation sanitaire et l'activité des Services de Santé Publique au Grand-Duché de Luxembourg de 1959 à 1962.

LABORATOIRE DE L'ETAT - Section de chimie, Luxembourg

- Qualité hygiénique des eaux potables de la Ville de Luxembourg.

TEXTES LEGISLATIFS

- Loi du 16 Mai 1929 concernant le curage, l'entretien et l'amélioration des cours d'eau - chapitre IV - article 15.

TEXTES LEGISLATIFS

- Loi du 9 Janvier 1961 ayant pour objet la protection des eaux souterraines, articles 1, 2, 5, 8.

Centre Belge d'ETUDE et de DOCUMENTATION DES EAUX

- Examen et commentaires sur la nouvelle loi française du 16.12.1964, relative à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution.

-:-:-:-:-:-